

Attorney Docket No.: 12396



PATENT

FF4  
Dmoh  
Paper  
Rance  
9/26/02

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicants: Evgeny Alexeevich Nikiforov, et al.

Examiner: n/a

Serial No.: 10/083,491

Art Unit: 2874

Filed: February 27, 2002

Title: WIRELESS DUPLEX OPTICAL COMMUNICATION SYSTEM

TECHNOLOGY CENTER 2800

JUL 29 2002

RECEIVED

**Box Missing Parts**

Commissioner for Patents

Washington, D.C. 20231

**CLAIM OF CONVENTION PRIORITY**

Sir:

Priority is hereby claimed based on the following foreign patent application:

**Russian Federation (RU) Application No. 2001105766 filed March 1, 2001**

It is respectfully requested that the instant application be accorded the benefit of the filing date of said foreign applications pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119.

In support of this claim, a duly certified copy of said foreign patent application is submitted herewith along with an authenticated certificate of translation into English language.

Respectfully Submitted,

Date: July 25, 2002

Frederick S. Frei, Reg. No. 27,105

**DORSEY & WHITNEY LLP**

1001 Pennsylvania Avenue, N.W.

Suite 400 South

Washington, D.C. 20004

Tel. (202) 442-3000

Fax (202) 442-3199

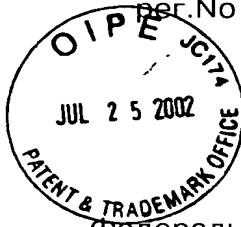


РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ  
(РОСПАТЕНТ)

**ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ПРОМЫШЛЕННОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

рег. No 20/12-432

"28" мая 2002 г.



**СПРАВКА**

Федеральный институт промышленной собственности Российского агентства по патентам и товарным знакам настоящим удостоверяет, что приложенные материалы являются точным воспроизведением первоначального описания, формулы и чертежей (если имеются) заявки на выдачу патента на изобретение № 2001105766, поданной в марте месяце первого дня 2001 года (01.03.2001).

RECEIVED  
JUL 29 2002  
TECHNOLOGY CENTER 8800

**Название изобретения**

Беспроводная дуплексная оптическая система связи

**Заявитель**

Общество с ограниченной ответственностью «ОКБ МЭИ ТЕЛЕКОМ»

**Действительный автор(ы)**

НИКОФОРОВ Евгений Алексеевич  
ПОБЕДОНОСЦЕВ Константин Александрович  
ЧЕРНОПЛЕКОВ Анатолий Никифорович  
ТОЛСТЫХ Евгений Матвеевич  
ГОРДИЕНКО Владимир Николаевич

Уполномоченный заверить копию  
заявки на изобретение

А.Л. Журавлев  
Заведующий отделом



2001105766



МПК 7 H04B 10/00

## **БЕСПРОВОДНАЯ ДУПЛЕКСНАЯ ОПТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА СВЯЗИ.**

Изобретение относится к системам беспроводной оптической светодидной связи и может быть использовано в системах цифровой связи, в частности для беспроводного обмена информацией, например, между ЭВМ, находящимися, в том числе, либо в подвижном состоянии друг относительно друга, либо, разделенных препятствием для использования проводных средств связи.

Известна оптическая система связи, использующая два терминала, расположенных на концах, образованной ими оптической линии связи (1). Каждый терминал включает в себя совокупность лазерных передатчиков, которые излучают совокупность лазерных пучков, несущих информационные сигналы, которые принимаются на другом терминале и некогерентно суммируются. Недостатком такой системы является необходимость использования лазерных передатчиков, дорогостоящих и технически сложных при длительной эксплуатации.

Известна оптическая система связи (2), которая выбрана в качестве ближайшего аналога. Известная система обеспечивает беспроводной обмен информацией и содержит передающую и приемную части, выполненные в виде оптического передатчика и оптического приемника. Недостатком известной системы являются влияние аномалий среды связи на устойчивость

связи, при необходимости обеспечения высоких скоростей передачи информации, и на дальность связи, а также невысокий срок службы при достаточно больших затратах на производство и эксплуатацию.

К аномалиям среды связи, приводящим к ухудшению связи относятся:

1. Атмосферные явления, такие как туманы, дожди, снег, влияющие на затухание сигнала в линии связи.
2. Деформации и медленные колебания зданий и конструкций, на которых устанавливаются оптические приемники и оптические передатчики (излучатели), приводящие к потере или частичному снижению уровня принимаемого сигнала за счет нарушения взаимного наведения оптических приемников и оптических передатчиков (излучателей) противоположных пунктов связи.
3. Пересечение линий связи непрозрачными объектами, например, птицами, которые могут вызвать резкое, кратковременное ослабление сигнала.
4. Блуждание положения и изменение углов прихода светового луча на апертуру оптического приемника при прохождении через тепловые потоки прогретой солнцем прозрачной турбулентной атмосферы, приводящие к флуктуациям световой мощности на фотодиоде оптического приемника, которые при больших амплитудах могут привести к ухудшению качества связи.

Техническими результатами, на достижение которых направлено данное изобретение, являются минимизация снижения качества связи, вызванного действием приведенных выше факторов, а также снижение затрат на производство и эксплуатацию при повышении надежности и безопасности

предлагаемой системы беспроводной светодиодной оптической дуплексной системы связи.

При этом общими существенными признаками заявляемой системы и ближайшего аналога являются передающая часть, состоящая из первого оптического передатчика (оптического излучателя) и приемная часть, состоящая из первого оптического приемника, при этом первый оптический передатчик и первый оптический приемник образуют первый оптический приемопередатчик ПП1. Отличие заявленного изобретения от ближайшего аналога, позволяющее получить указанные технические результаты, заключается в том, что введен второй оптический приемопередатчик ПП2, аналогичный первому, при этом первый и второй приемопередатчики расположены на противоположных концах образованной ими беспроводной оптической линии связи, вход первого оптического передатчика каждого из указанных приемопередатчиков связан с выходом соответствующего конвертера через модулятор, выход первого оптического приемника, каждого из указанных приемопередатчиков связан с входом соответствующего демодулятора, выход которого связан с входом соответствующего конвертера, при этом первый оптический передатчик и первый оптический приемник каждого из указанных приемопередатчиков расположены на прямой, соединяющей их оптические оси в плоскости, перпендикулярной их оптическим осям, и пространственно разнесены (на расстояние  $d \geq 30$  см) относительно друг друга, первый оптический передатчик каждого из указанных приемопередатчиков выполнен в виде последовательно установленных друг за другом и оптически связанных светодиода и оптического конденсора (3), причем вход светодиода является входом первого

оптического передатчика, а выход оптического конденсора является выходом первого оптического передатчика каждого из указанных приемопередатчиков, первый оптический приемник каждого из указанных приемопередатчиков выполнен в виде последовательно установленных друг за другом и оптически связанных оптического конденсора, диафрагмы и фотодиода, при этом расстояние  $\Delta$  между фотодиодом и диафрагмой, находящейся в фокальной плоскости оптического конденсора, определяется по формуле

$$\Delta = b F / D_k, \text{ где}$$

$b$  – диаметр светочувствительной площадки фотодиода,

$D_k$  – диаметр линзы оптического конденсора,

$F$  – фокусное расстояние оптического конденсора, отмеряемое от линзы оптического конденсора до центра отверстия диафрагмы, при этом вход оптического конденсора является входом оптического приемника каждого из указанных приемопередатчиков, а выход фотодиода является выходом первого оптического приемника каждого приемопередатчика, причем ширина диаграммы направленности указанных оптического передатчика и оптического приемника формируются в пределах от 30 до 60 угловых минут, при этом угол  $\theta$ , характеризующий ширину диаграммы направленности определяется из условия

$$\operatorname{tg} 2\theta = a / F, \quad \text{где}$$

$a$  – диаметр отверстия диафрагмы,

$F$  – фокусное расстояние оптического конденсора, отмеряемое от линзы оптического конденсора до центра отверстия диафрагмы;

кроме того конвертер выполнен в виде преобразователя, осуществляющего преобразование сигнала входной дискретной информации в кодированный сигнал с использованием кода Манчестер при передаче по линии связи и обратное преобразование на приеме.

Описанная оптическая система является двухэлементной, так как использует в каждом оптическом приемопередатчике один оптический передатчик (оптический излучатель) и один оптический приемник, образующие два канала связи. При двухэлементном оптическом приемопередатчике пространственный разнос оптического передатчика и оптического приемника создает для каждого луча дуплексной беспроводной оптической линии связи свой путь распространения луча и создает два канала связи. Вероятность одновременного возникновения условий для максимального отклонения луча по обоим путям распространения, а значит и вероятность одновременного сбоя связи по обоим каналам снижается по сравнению со случаем распространения по общему пути.

При этом предлагаемая система может быть выполнена четырехэлементной. В этом случае в каждый из указанных приемопередатчиков вводится по второму оптическому передатчику и оптическому приемнику, выполненным аналогично первому оптическому передатчику и первому оптическому приемнику, образующим вместе четыре канала связи, при этом указанные оптические передатчики и приемники каждого приемопе-

передатчика также пространственно разнесены в плоскости, перпендикулярной их оптическим осям относительно прямой, соединяющей их оптические оси в указанной плоскости, при этом указанные оптические передатчики и приемники первого приемопередатчика расположены в последовательности: первый оптический приемник, первый оптический передатчик, второй оптический приемник, второй оптический передатчик, а во втором приемопередатчике относительно первого приемопередатчика расположены в последовательности – первый оптический передатчик, первый оптический приемник, второй оптический передатчик, второй оптический приемник (или наоборот) с их пространственным разнесением относительно друг друга в каждом из указанных приемопередатчиков (на расстояние  $d/2$ , где  $d \geq 30$  см.). При этом выходы (фотодиодов) первого и второго оптических приемников каждого из указанных приемопередатчиков связаны с входом соответствующего демодулятора через сумматор, а выходы второго оптического передатчика в каждом из указанных приемопередатчиков связаны с соответствующим модулятором.

Сущность заявленного изобретения иллюстрируется чертежами, где на фиг.1 показано расположение (пространственный разнос) оптических передатчиков (оптических излучателей) и оптических приемников двухэлементных первого и второго приемопередатчиков оптической системы связи и геометрия распространения оптических лучей, излучаемых оптическими передатчиками; на фиг.2 показано расположение (пространственный разнос) оптических передатчиков (оптических излучателей) и оптических приемников четырехэлементных первого и второго приемопередатчиков оптической системы связи и геометрия распространения оптических



лучей, излучаемых оптическими передатчиками; на фиг.3 показана блок-схема оптической системы связи для двухэлементных приемопередатчиков; на фиг.4 показана блок-схема оптической системы связи для четырехэлементных приемопередатчиков; на фиг.5 показана схема оптического приемника (расположение элементов оптического приемника).

При этом на указанных фигурах введены следующие обозначения:

ПП1 – первый оптический приемопередатчик,  
ПП2 - второй оптический приемопередатчик,  
ОПр 11 – первый оптический приемник первого ПП1,  
ОП 11 – первый оптический передатчик первого ПП1,  
ОПр 21 – первый оптический приемник второго ПП2,  
ОП 21 - первый оптический передатчик второго ПП2,  
ОПр 12 – второй оптический приемник первого ПП1,  
ОП 12 - второй оптический передатчик первого ПП1,  
ОПр 22 – второй оптический приемник второго ПП2,  
ОП 22 – второй оптический передатчик второго ПП2,  
М1 – модулятор первого ПП1,  
М2 - модулятор второго ПП2,  
ДМ1 - демодулятор первого ПП1,  
ДМ2 - демодулятор второго ПП2,  
 $\Sigma 1$  – сумматор первого ПП1,  
 $\Sigma 2$  – сумматор второго ПП2,  
ФД – фотодиоды соответствующих оптических приемников (ФД11, ФД12, ФД21, ФД22),

**ОК** – оптические конденсоры соответствующих оптических передатчиков (ОК11, ОК21, ОК12, ОК22) и оптические конденсоры соответствующих оптических приемников (ОК11, ОК21, ОК12, ОК22),

**К1** – конвертер первого приемопередатчика ПП1,

**К2** – конвертер второго приемопередатчика ПП2,

**СД** – светодиод соответствующих оптических передатчиков (СД11, СД12, СД21, СД22),

**a** – диаметр отверстия диафрагмы,

**b** – диаметр светочувствительной площадки фотодиода,

**F** – фокусное расстояние оптического конденсора, отмеряемое от линзы оптического конденсора до центра отверстия диафрагмы,

**Дк** – диаметр линзы оптического конденсора.

Система беспроводной оптической дуплексной связи, использующая двухэлементные приемопередатчики (фиг.3), состоит из двух одинаковых по составу полукомплектов, в каждый из которых входят оптический приемопередатчик, модулятор, демодулятор и конвертер. В рабочем состоянии первый и второй оптические приемопередатчики (ПП1 и ПП2) соответствующих полукомплектов, расположенные на противоположных концах, образованной ими линии оптической связи, наводятся друг на друга. При этом конвертеры подсоединяются к цифровой сети обмена (передачи и приема) информацией. Поскольку предлагаемая система дуплексная и операции передачи и приема информации от одного полукомплекта к другому в обоих направлениях происходят одинаково, рассмотрим только процесс передачи информации по линии (каналу) связи от первого по-

лукомплекта ко второму при двухэлементных приемопередатчиках (ПП1 и ПП2). Входная информация (входной дискретный сигнал) из цифровой сети поступает на конвертер К1 первого ПП1, где кодируется с использованием кода типа «Манчестер» и подается в логических уровнях на модулятор М1, управляющий излучением светодиода СД11 оптического передатчика (оптического излучателя) ОП11 таким образом, что при передаче логической «1» световые импульсы излучаются в первой половине заданного тактового интервала, а при передаче логического «0» – во второй половине. Сигнал, излучаемый светодиодом попадает на оптический конденсор ОК11 первого оптического передатчика ОП11, который формирует ширину диаграммы направленности оптического передатчика (оптического излучателя) в пределах от 30 до 60 угловых минут. Кодирование типа «Манчестер» используется, поскольку оно обеспечивает устойчивость к импульсным помехам и снижает вероятность ложной тревоги при одинаковых с прототипом соотношениях сигнал / шум. В коде типа Манчестер для кодирования единиц и нулей используется перепад потенциала, то есть фронт импульса. При таком кодировании каждый такт делится на две части. Информация кодируется перепадами потенциала, происходящими в середине каждого такта. Единица кодируется перепадом от низкого уровня к высокому, а ноль – обратным перепадом. В начале каждого такта может происходить служебный перепад сигнала, если нужно представить несколько единиц или нулей подряд. Так как сигнал изменяется по крайней мере один раз за такт передачи одного бита данных, то такой код обладает хорошими самосинхронизирующими свойствами и, кроме того, имеет еще

одно преимущество, так как для передачи данных используется два уровня сигнала.

Оптическое излучение первого оптического передатчика ОП11 (первого приемопередатчика ПП1) облучает оптический конденсор ОК12 первого оптического приемника ОПр12 (второго ПП2, см. луч 2 на фиг.1). Оптическая энергия, собранная оптическим конденсором первого оптического приемника второго ПП2 направляется через отверстие диафрагмы на фотодиод ФД12, преобразуется в электрический сигнал и направляется затем на демодулятор ДМ2. При этом оптический конденсор оптического приемника формирует ширину диаграммы направленности также в пределах от 30 до 60 угловых минут. В демодуляторе ДМ2 второго ПП2 сигнал преобразуется в логические уровни кода типа «Манчестер» и подается на конвертер К2 второго ПП2, где преобразуется в информационный сигнал в соответствии с требованиями сетевых протоколов и направляется в цифровую сеть передачи информации. При этом для снижения вероятности сбоев связи при пересечении линий связи непрозрачными предметами в системе применяется пространственный разнос оптического приемника и оптического передатчика (в плоскости, перпендикулярной их оптическим осям) каждого приемопередатчика( на расстояние  $d \geq 30$  см), что исключает одновременный сбой по обоим каналам дуплексной линии связи.

При двухэлементном оптическом приемопередатчике разнос оптических приборов создает для каждого канала дуплексной линии связи свой путь распространения луча (луч 1, луч 2 на фиг.1). Вероятность одновременного возникновения условий для максимального отклонения луча по обоим путям распространения, а значит, и вероятность одновременного сбоя связи

по обоим каналам снижается по сравнению со случаем распространения по общему пути.

По сути, предлагаемая система с двухэлементными приемопередатчиками, с использованием двух путей (двух каналов связи) распространения лучей обеспечивает (лучи 1, 2 на фиг. 1) и осуществляет интегральное суммирование сигналов по двум разнесенным путям распространения лучей. Образованное таким образом интегральное суммирование в системе связи реализует схему передачи, приема и обработки информации, при которой одновременный сбой по обоим каналам возможен только при одновременном сбое связи по двум путям распространения лучей.

Для снижения плотности светового потока на поверхности фотодиода, а следовательно и для повышения ресурса работы светодиодов, используется специальная оптическая схема каждого из оптических приемников (фиг.5), согласно которой в фокальной плоскости объектива устанавливается диафрагма, формирующая угол зрения оптического приемника (ширину диаграммы направленности) при этом угол  $\theta$ , характеризующий ширину диаграммы направленности, определяется из условия

$$\operatorname{Tg} 2\theta = a / F,$$

при этом фотодиод располагается за диафрагмой на расстоянии  $\Delta$ , обеспечивающем снижение плотности светового потока, попадающего на фотодиод, без снижения величины световой мощности указанного потока, при этом

$$\Delta = b F / Дк.$$

Для устранения влияния деформаций и медленных колебаний зданий и конструкций нормируется ширина диаграммы направленности оптических передатчиков (расходимость лучей) и приемников (угол зрения). Допустимые значения ширины диаграммы направленности оптических передатчиков и приемников ограничиваются как по максимуму, так и по минимуму и выбираются как было показано выше, в пределах от 30 до 60 угловых минут. Минимальные значения ширины диаграммы направленности обеспечивают отсутствие сбоев связи при рассогласовании взаимного углового наведения, происходящих по причине деформаций и медленных колебаний зданий, максимальные – гарантируют необходимый энергетический потенциал.

В оптической системе связи при использовании четырехэлементных оптических приемопередатчиков ПП1, ПП2 (фиг.2, 4), каждый из которых состоит из первого оптического передатчика, первого оптического приемника, второго оптического передатчика, второго оптического приемника, расположенных относительно друг друга, как было показано выше, и выполненных аналогично оптическим передатчикам и оптическим приемникам двухэлементных приемопередатчиков ПП1, ПП2, процесс передачи информации происходит следующим образом, при этом поскольку система дуплексная и операции передачи информации от одного приемопередатчика к другому в обоих направлениях происходят одинаково, рассмот-

рим только процесс передачи информации по каналам связи от первого приемопередатчика ПП1 ко второму приемопередатчику ПП2 (фиг.2,4).

Информация (сигнал) из цифровой сети поступает на конвертер К1 первого ПП1, где кодируется с использованием кода типа «Манчестер» и передается в логических уровнях на модулятор М1 первого ПП1, управляющий через соответствующие оптические конденсоры ОК11, ОК12 излучением светодиодов СД11 и СД 12 первого и второго оптических передатчиков ОП11 и ОП12 первого ПП1 таким образом, что при передаче логической «1» световые импульсы излучаются в первой половине заданного тактового интервала, а при передаче логического «0» – во второй. Оптические конденсоры ОК11 и ОК12 соответственно первого и второго оптических передатчиков ОП11 и ОП12 формируют ширину диаграммы направленности каждого оптического передатчика (оптического излучателя) в пределах от 30 до 60 угловых минут. Кодирование типа «Манчестер» применяется, как было показано выше, поскольку оно обеспечивает устойчивость к импульсным помехам и снижает вероятность ложной тревоги. Оптическое излучение каждого из оптических передатчиков ОП11 и ОП12 облучает оптические конденсоры ОК21 и ОК 22 первого и второго оптических приемников ОПр21 и ОПр22 второго приемопередатчика ПП2 (лучи 1, 2, 3, 4, на фиг.2). Оптическая энергия, собранная указанными оптическими конденсорами направляется через соответствующие диафрагмы на соответствующие фотодиоды ФД21 и ФД22, преобразуется в электрические сигналы, суммируемые затем в электронном сумматоре  $\Sigma 2$  второго ПП2. Оптические конденсоры ОК21 и ОК22 формируют ширину диаграммы направленности соответствующих оптических приемников в пределах от 30

до 60 угловых минут, при этом угол  $\theta$ , характеризующий ширину диаграммы направленности, также определяется из условия

$$\operatorname{Tg} 2\theta = a / F,$$

Причем оптические приемники в четырехэлементной системе выполнены по той же оптической схеме, что и в двухэлементной системе.

В предлагаемой четырехэлементной системе осуществляется интегральное суммирование сигналов, пришедших по четырем путям распространения лучей, что позволяет реализовать схему передачи и обработки информации, при которой сбой передачи информации по рассматриваемым каналам связи возможен только при одновременном сбое по всем четырем путям распространения лучей.

В демодуляторе ДМ2 второго ПП2 суммарный сигнал с выхода сумматора  $\Sigma 2$  преобразуется в логические уровни кода типа «Манчестер» и подается на конвертер К2 второго ПП2, где преобразуется в сигналы, соответствующие требованиям сетевых протоколов и направляется в цифровую информационную (потребительскую) сеть.

Если рассматривать четырехэлементную систему передачи и приема информации в целом (два приемопередатчика и соответственно четыре приемника и четыре передатчика), то ее выполнение позволяет образовать интегральную суммирующую систему (так как суммирование за счет геометрии распространения лучей, показанных на фиг.2, осуществляется в каждом канале связи: оптический передатчик – оптический приемник), которая реализует схему передачи и обработки информации, при которой одновременный сбой по всем каналам возможен только при одновремен-



ном сбое по восьми путям распространения лучей (лучи 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 на фиг.2).

Таким образом, благодаря рассмотренному выше схемному решению беспроводной оптической дуплексной системы связи, за счет использования кода типа «Манчестер», повышается устойчивость к импульсным помехам и обеспечивается меньшая, при одинаковых с прототипом соотношениях сигнал / шум, вероятность ложной тревоги; нормирование ширины диаграммы направленности позволяет при необходимом энергетическом потенциале в линии связи обеспечить отсутствие сбоев связи при рассогласовании взаимного углового наведения. Пространственный разнос оптических передатчиков и приемников на каждом конце (пункте) линии связи снижает вероятность сбоя связи при пересечении ее непрозрачными предметами. Использование специальной схемы оптического приемника позволяет снизить плотность светового потока на поверхности фотодиода и повысить за счет этого ресурс работы светодиода. Обеспечивается снижение затрат на производство в силу того, что светодиоды значительно дешевле лазеров, и кроме того, светодиоды, в отличие от лазеров полностью безопасны даже при нахождении персонала в непосредственной близости от оптических передатчиков (излучателей). При этом снижаются затраты и на эксплуатацию, так как упрощается процедура взаимного наведения, и снижаются требования к конструкциям на которые устанавливаются оптические приемники и передатчики.

## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Беспроводная дуплексная оптическая система связи, содержащая первый оптический приемопередатчик, состоящий из ~~из~~ первого оптического передатчика (оптического излучателя) и первого оптического приемника, отличающаяся тем, что введен второй оптический приемопередатчик, аналогичный первому, причем первый и второй оптические приемопередатчики расположены на противоположных концах образованной ими линии оптической связи, вход первого оптического передатчика каждого из указанных приемопередатчиков связан с выходом соответствующего конвертера через модулятор, выход первого оптического приемника каждого, из указанных приемопередатчиков связан с входом соответствующего демодулятора, выход которого связан с входом соответствующего конвертера, при этом первый оптический передатчик и первый оптический приемник каждого из указанных приемопередатчиков пространственно разнесены и расположены на прямой, соединяющей их оптические оси в плоскости, перпендикулярной их оптическим осям, первый оптический передатчик каждого из указанных приемопередатчиков выполнен в виде последовательно установленных друг за другом и оптически связанных светодиода и оптического конденсора, причем вход светодиода является входом первого оптического передатчика, а выход оптического конденсора является выходом первого оптического передатчика, первый оптический приемник каждого из указанных приемопередатчиков выполнен в виде последовательно установленных друг за другом и опти-

чески связанных оптического конденсора, диафрагмы и фотодиода, при этом расстояние  $\Delta$  между фотодиодом и диафрагмой, находящейся в фокальной плоскости оптического конденсора, определяется по формуле

$$\Delta = b F / D_k, \text{ где}$$

$b$  – диаметр светочувствительной площадки фотодиода,

$D_k$  – диаметр линзы оптического конденсора,

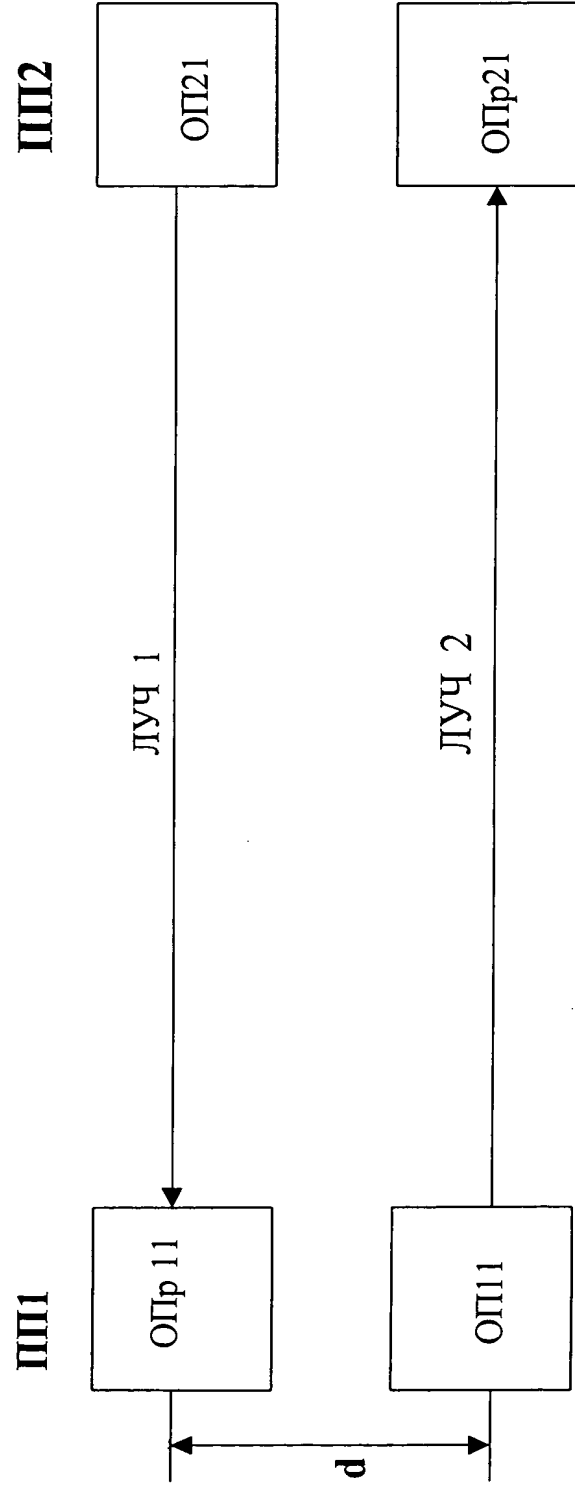
$F$  – фокусное расстояние оптического конденсора, отмеряемое от линзы оптического конденсора до центра отверстия диафрагмы, при этом вход оптического конденсора является входом первого оптического приемника, а выход фотодиода является выходом первого оптического приемника каждого из указанных приемопередатчиков, причем ширина диаграммы направленности первого оптического передатчика и первого оптического приемника каждого из указанных приемопередатчиков формируются в пределах от 30 до 60 угловых минут, при этом угол  $\theta$ , характеризующий ширину диаграммы направленности определяется из условия

$$\operatorname{Tg} 2\theta = a / F, \text{ где}$$

$a$  – диаметр отверстия диафрагмы, кроме того, конвертер выполнен в виде преобразователя сигналов входной дискретной информации в кодированный сигнал с использованием кода типа «Манчестер» при передаче и с возможностью обратного преобразования сигналов, поступающих с выходов соответствующих демодуляторов при приеме.

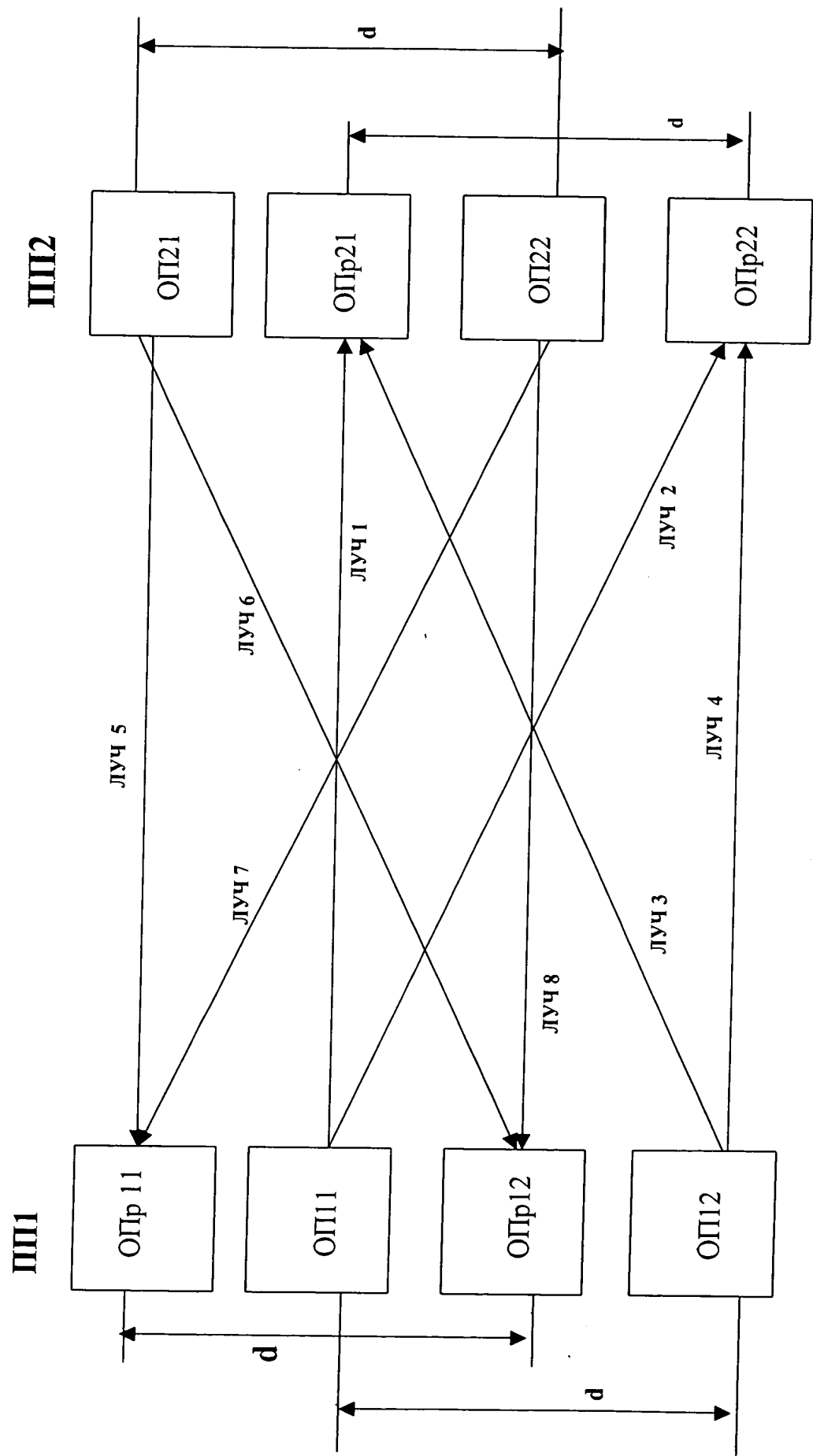
2. Система по п.1 отличающаяся тем, что в каждый указанный оптический приемопередатчик вводится по второму оптическому передатчику и второму оптическому приемнику, выполненным аналогично первому оптическому передатчику и первому оптическому приемнику и соответственно пространственно расположенным, при этом вход второго оптического передатчика каждого из указанных приемопередатчиков связан с выходом соответствующего модулятора, выходы первого и второго оптических приемников каждого из указанных приемопередатчиков связаны с входом соответствующего демодулятора через сумматор.

БЕСПРОВОДНАЯ ДУПЛЕКСНАЯ ОПТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА СВЯЗИ



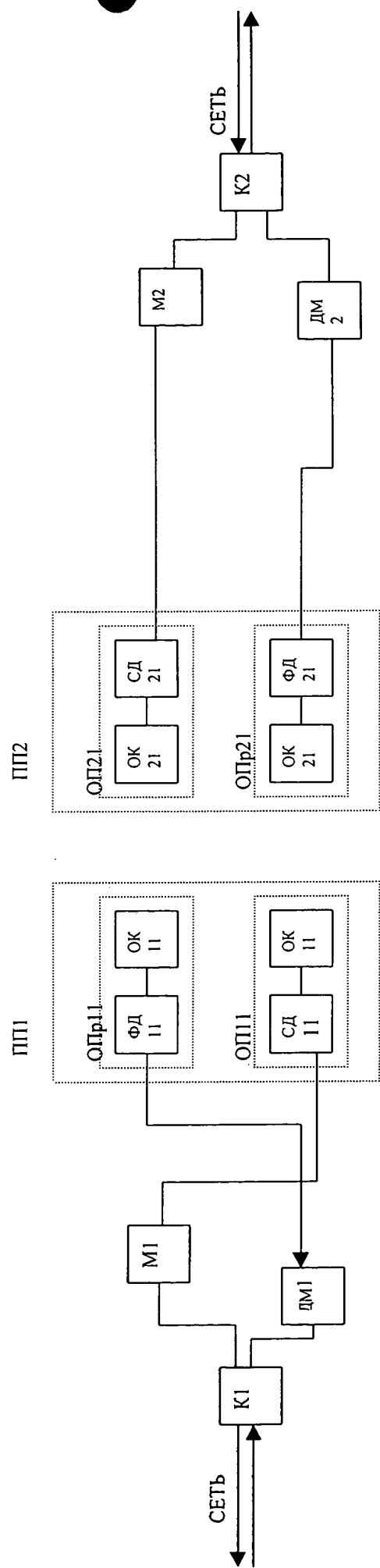
Фиг. 1

# БЕСПРОВОДНАЯ ДУПЛЕКСНАЯ ОПТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА СВЯЗИ



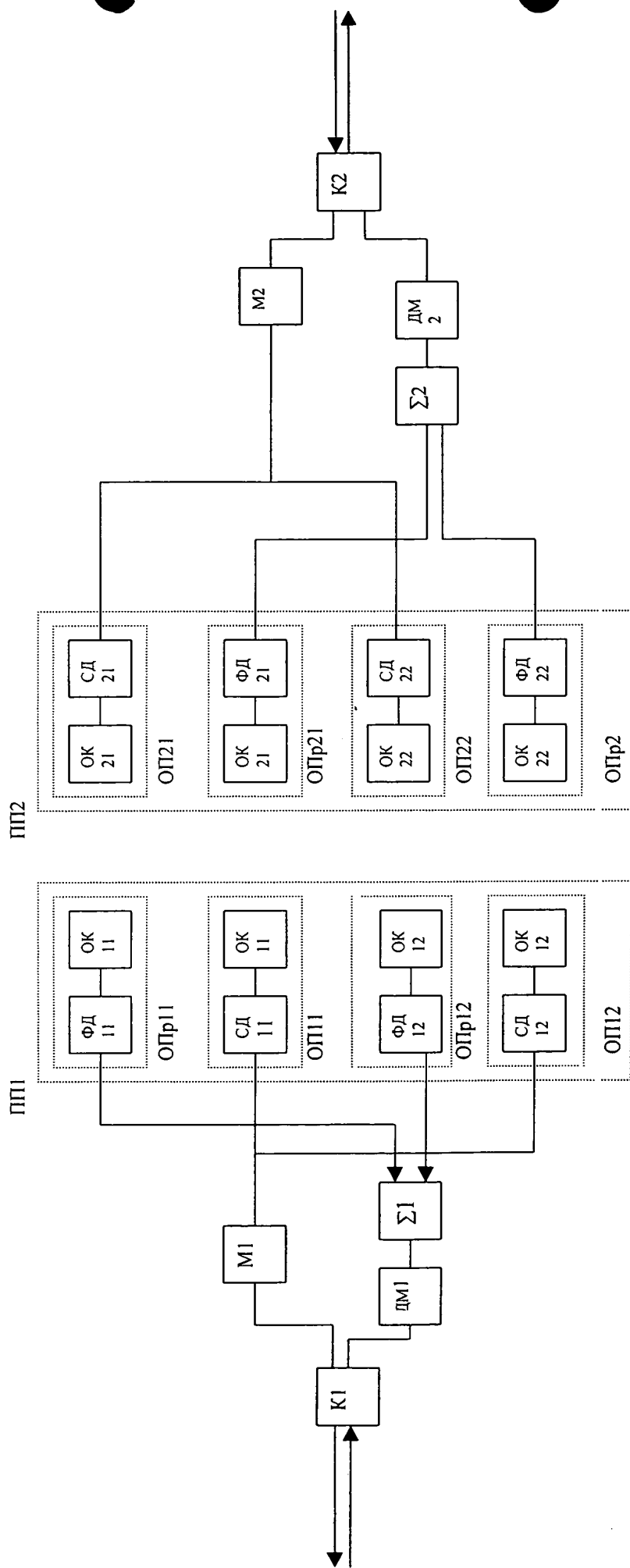
Фиг. 2

# БЕСПРОВОДНАЯ ДУПЛЕКСНАЯ ОПТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА СВЯЗИ



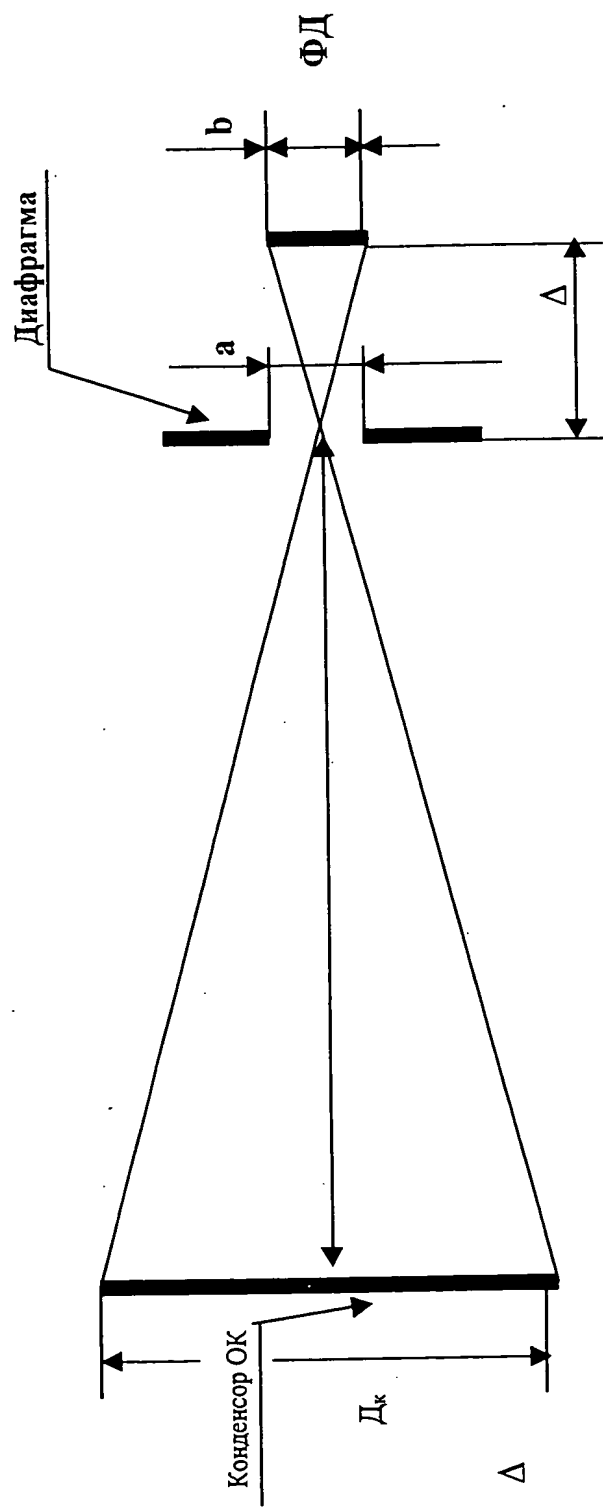
Фиг. 3

# БЕСПРОВОДНАЯ ДУПЛЕКСНАЯ ОПТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА СВЯЗИ



Фиг. 4





Фиг. 5

**(54) Беспроводная оптическая дуплексная система  
связи.**

**РЕФЕРАТ.**

(57) Изобретение относится к системам беспроводной светодиодной оптической связи и может быть использовано в системах цифровой связи. Сущность изобретения заключается в том, что используются два оптических приемопередатчика, расположенных и выполненных определенным образом на противоположных концах образованной линии оптической связи. При этом, предлагаемая оптическая система связи может быть выполнена как двухэлементной, в которой каждый из указанных приемопередатчиков содержит по одному оптическому передатчику (оптическому излучателю) и оптическому приемнику, причем в каждом приемопередатчике оптический передатчик и оптический приемник связаны с соответствующим конвертером соответственно через модулятор и демодулятор, так и четырехэлементной, в которой каждый из указанных приемопередатчиков содержит по два оптических передатчика и два оптических приемника, причем в каждом приеме передатчике два оптических передатчика и два оптических приемника связаны с конвертером соответственно через один модулятор и последовательно соединенные сумматор и

демодулятор. Достижимым техническим результатом является снижение вероятности сбоя связи, повышение устойчивости к помехам, снижение затрат на эксплуатацию и производство.

1 з.п. ф-лы, 5 ил.

RUSSIAN AGENCY OF PATENTS AND TRADEMARKS  
(ROSPATENT)  
**FEDERAL INSTITUTE OF INDUSTRIAL PROPERTY**

---

Registration No. 20/12-432

May 28, 2002

**CERTIFICATE**

Federal Institute of Industrial Property, Russian Agency of Patents and Trademarks, does hereby certify that the materials attached hereto are the accurate reproduction of the original Specification, Formula of Invention and drawings (if any) contained in the Application for Industrial Patent No. 2001105766 filed on the first day of March, 2001 (March 01, 2001).

**Designation of Invention:** Wireless Duplex Optical Communication System

**Applicant:** Limited Liability Company OKB MEI TELECOM

**Actual Author(s):** NIKIFOROV Evgeny Alexeevich  
POBEDONOSTSEV Konstantin Alexandrovich  
CHERNOPLEKOV Anatoly Nikiforovich  
TOLSTYKH Evgeny Matveevich  
GORDIENKO Vladimir Nikolaevich

Person authorized to certify Application for Invention:  
[Signature]  
A.L. Zhuravlyov  
Head of Department

Official seal:  
Russian Agency of Patents and Trademarks.  
Federal Institute of Industrial Property

## 1 WIRELESS DUPLEX

## 2 OPTICAL COMMUNICATION SYSTEM

3  
4 The invention relates to wireless LED optical communication systems and can be used in  
5 digital communication systems, in particular for wireless information exchange, e.g.  
6 between computers that are moving in relation to each other, or are divided by a barrier  
7 impeding the use of wireless communication equipment.

8  
9 An optical communication system is known, which uses two terminals located on the  
10 ends of an optical communication line (1) formed thereby. Each terminal includes a  
11 combination of laser transmitters, which emit a set of laser beams carrying information  
12 signals received at the other terminal which are summed up incoherently. However such  
13 systems must use laser transmitters in order to operate for long periods, these being  
14 expensive and technically sophisticated.

15  
16 An optical communication system (2) is known, which is selected as the most common  
17 system used for the device of this type. The known system provides for wireless  
18 information exchange and contains the transmitting and receiving components designed  
19 in the form of an optical transmitter and an optical receiver. The problem with this known  
20 system is that environmental conditions influence the stability of communication, when  
21 high rates of information transmission, and long range communication are required. In  
22 addition such optical communication systems have a short service life with rather high  
23 production and operation costs.

24  
25 Among the environmental conditions that degrade communication there are:

- 26  
27 1. Atmospheric phenomena, such as fog, rain, snow. These conditions lead to signal  
28 attenuation in the communication line.  
29 2. Deformations and slow vibrations of buildings and structures, where optical  
30 receivers and optical transmitters (emitters) are installed. These result in a loss or  
31 partial reduction of the received signal level due to broken mutual pointing of the

1 optical receivers and optical transmitters (emitters) at the opposite communication  
2 points.

- 3 3. Crossing of the communication lines by non-transparent objects, e.g. birds, which  
4 can bring about abrupt short-time weakening of the signal.
- 5 4. Position error and change of the angle at which the beam arrives at the optical  
6 receiver aperture. When the beam passes through convection currents caused by  
7 heat from the sun, for example, fluctuations of the light capacity on the  
8 photodiode of the optical receiver can result causing poor communication quality  
9 where large beam amplitudes are required.

10  
11 The present invention is aimed at minimizing the communication quality deterioration  
12 that result from the above factors as well as providing a system that is cheap to produce  
13 and run.

14  
15 The common major features for the present invention and the other most similar devices  
16 of this type are a transmitting unit, comprising a first optical transceiver having a first  
17 optical transmitter (optical emitter) and a receiving unit, comprising a first optical  
18 receiver are provided, the first optical transmitter and the first optical receiver form the  
19 first optical transceiver (TS1). The distinction of the applied invention from the most  
20 similar devices of this type that enables to obtain the specified technical characteristics is  
21 in the second optical transceiver (TS2) similar to the first one having been introduced, the  
22 first and the second optical transceivers being located at the opposite ends of optical  
23 communication link formed thereby; the first optical transceiver input of each of the  
24 above-mentioned transceivers is connected to the respective converter output via  
25 modulator; optical receiver input of each of the said transceivers is connected to output of  
26 the respective demodulator, which output is connected to the respective converter input;  
27 the first optical transmitter and the first optical receiver of each of the above transceivers  
28 are spaced accordingly (distance  $d \geq 30$  cm) and lie along a straight line that connects their  
29 optical axes in a plane perpendicular to their optical axes; the first optical transmitter of  
30 each of the above transceivers is designed as optically linked light emitting diode and  
31 optical condenser (3) connected in series, LED input being the first optical transmitter  
32 input while optical condenser output being the first optical transmitter output; the first  
33 optical receiver of each of the transceivers specified herein is designed as optically linked  
34 optical condenser, stop and photodiode installed in series, distance  $\Delta$  between photodiode

1 and stop that lies in the focal plate of optical condenser being calculated according to the  
2 formula:

$$\Delta = b F / D_c, \text{ where}$$

3  
4  
5  
6  $b$  - is the diameter of photodiode light-sensitive area;

7  $D_c$  - is the diameter of optical condenser lens;

8  $F$  - is the focal distance of optical condenser measured from the lens of optical  
9 condenser to the center of stop aperture, while optical condenser input is the first optical  
10 receiver input and photodiode output is the first optical receiver output of each of the  
11 above transceivers, width of directional pattern of the first optical transmitter and the first  
12 optical receiver of each of the above transceivers being formed within the range of 30 to  
13 60 angular minutes, while angle  $\theta$  that represents width of directional pattern is to be  
14 determined from the condition:

$$\operatorname{tg} 2\theta = a / F, \text{ where}$$

15  
16  
17  
18  $a$  - is the diameter of stop aperture;

19  $F$  - is the focal distance of optical condenser measured from the lens of optical condenser  
20 to the center of stop aperture. In addition to that, converter is designed as a converter that  
21 converts input digital data signal when received into a coded signal with the use of  
22 Manchester-type code and also ensures reverse conversion of signals applied from  
23 outputs of the respective demodulators when received.

24 In one embodiment of the present invention, the optical system is a two-element system,  
25 as it uses one optical transmitter (optical emitter) and one optical receiver in each optical  
26 transceiver thereby forming two communication channels. When a two-element optical  
27 transceiver is used, the spacing of the optical transmitter and the optical receiver creates  
28 its own route of beam transmission for each beam of the duplex wireless optical  
29 communication line and therefore creates two communication channels. The probability  
30 of simultaneous emergence of conditions for maximum deviation of the beam in both  
31 transmission directions and thus the probability of simultaneous communication failure in  
32 both channels, is reduced as compared to the case of transmission along a single,  
33 common route.

1  
2 In another embodiment of the present invention, the optical system is a four-element  
3 system. In this case, each of the said transceivers is equipped with a second optical  
4 transmitter and a second optical receiver similar to the first optical transmitter and the  
5 first optical receiver, which will together form four communication channels. In this  
6 embodiment, the optical transmitters and receivers of each transceiver are spaced on a  
7 plane perpendicular to their optical axes in relation to the straight line connecting their  
8 optical axes on the plane. The optical transmitters and receivers of the first transceiver are  
9 arranged in the following order: first optical receiver; first optical transmitter; second  
10 optical receiver; and second optical transmitter. In the second transceiver in relation to  
11 the first transceiver, the optical transmitters and receivers are arranged in the following  
12 order: first optical transmitter; first optical receiver; second optical transmitter; and  
13 second optical receiver (the order of the first and the second transceivers could be  
14 reversed). The spacing between each component of each transceiver is defined as being  
15  $d/2$ , where  $d \geq 30$  cm. The outputs of the photodiodes of the first and second optical  
16 receivers of each of the said transceivers are connected to the input of the respective  
17 demodulator through a summator; the outputs of the second optical transmitter in each of  
18 the said transceivers are connected to the relevant modulator.

19  
20 The invention will now be described by way reference to the accompanying drawings in  
21 which Fig. 1 represents a first embodiment of the present invention having a pair of two-  
22 element transceivers showing the location (spacing) of the optical transmitters (optical  
23 emitters) and the optical receivers of the transceivers as well as the transmission  
24 geometry of optical beams emitted by the optical transmitters; Fig. 2 shows a second  
25 embodiment of the present invention having two four-element transceivers, the location  
26 (spacing) of the optical transmitters (optical emitters) and the optical receivers in the  
27 optical communication system is also shown along with the transmission geometry of  
28 optical beams emitted by the optical transmitters; Fig. 3 is a flow chart of the optical  
29 communication system for two-element transceivers of Fig. 1; Fig. 4 is a flow chart of the  
30 optical communication system for four-element transceivers of Fig 2; and Fig. 5 shows an  
31 optical receiver (location of the optical receiver elements) used in the embodiment of the  
32 present invention illustrated in Figs. 1 through 4.

33  
34 The above-mentioned figures use the following designation:



1  
2 TS1 - the first transceiver;  
3 TS2 - the second transceiver;  
4 OR11 - the first optical receiver of the first TS1;  
5 OT11 - the first optical transmitter of the first TS1;  
6 OR21 - the first optical receiver of the second TS2;  
7 OT21 - the first optical transmitter of the second TS2;  
8 OR12 - the first optical receiver of the second TS1;  
9 OT12 - the first optical transmitter of the second TS1;  
10 OR22 - the second optical receiver of the second TS2;  
11 OT22 - the second optical transmitter of the second TS2;  
12 M1 - modulator of the first TS1;  
13 M2 - modulator of the second TS2;  
14 DM1 - demodulator of the first TS1;  
15 DM2 - demodulator of the second TS2;  
16  $\Sigma 1$  - summator of the first TS1;  
17  $\Sigma 2$  - summator of the second TS2;  
18 PD - photodiodes of the respective optical receivers (PD11, PD12, PD21, PD22)  
19 OC - optical condensers of the respective optical transmitters (OC11, OC21, OC12,  
20 OC22) and optical condensers of the respective optical receivers (OC11, OC21, OC12,  
21 OC22);  
22 C1 - converter of the first transceiver TS1;  
23 C2 - converter of the second transceiver TS2;  
24 LED - light emitting diode of the respective optical transmitters (OT11, OT12, OT21,  
25 OT22);  
26 a - diameter of stop aperture;  
27 b - diameter of photodiode light-sensitive area;  
28 F - focal distance of the optical condenser measured from the optical condenser lens to  
29 the center of the stop aperture;  
30  $D_c$  - diameter of the optical condenser lens.  
31  
32 Referring to Fig. 3, the Wireless Optical Duplex Communication System uses two-  
33 element transceivers each of which are connected to optical transceiver, modulator,  
34 demodulator and converter, the combination of optical transceiver, modulator,

demodulator and converter being referred to as a semi-set. The first and second optical transceivers (TS1 and TS2) are located facing each other at the opposite ends of the optical communication line formed by them. The converters are connected to the digital information exchange network (transmission and reception). Since the system is duplex, and the operations of information transmission and reception from one semi-set to the other are the same in both directions, the information transmission process will be explained with reference to the communication line (channel) from the first semi-set to the second with two-element transceivers (TS1 and TS2). The input information (input digital signal) comes to a converter (C1) of the first semi-set connected to the first optical transceiver (TS1), where it is coded utilizing Manchester-type code. The input information is then fed at pre-defined logical levels to Modulator M1 which controls the emission of LED11 which is the part of the optical transmitter (optical emitter) OT11 in such a way that during transmission of logical «1» light pulses are emitted in the first half of the given clock interval, and during transmission of logical «0» light pulses are transmitted in the second half of the given clock interval. The signal emitted by LED comes to optical condenser OC11 of the first optical transmitter OT11. The optical condenser forms the beam angle of the optical transmitter (optical emitter) to be between 30 and 60 angular minutes. Manchester-type coding is used, because it ensures resistance to impulse noise and reduces the probability of false alarms at the signal-to-noise ratios found in devices of this type. In the Manchester-type code the leading edge of the signal, is used for coding unities and zeros. During such coding, the bit period (time to transmit one bit of data) is divided into two parts. Information is coded by potential differences happening in the middle of each bit period. A unity is coded by a change from the low level to the high one, and zero by the reverse change. At the beginning of each bit period, there may be a service signal drop, if several unities or zeros are to be transmitted. Since the signal is changed at least once per bit period such a code possesses good self-synchronizing qualities and advantageously, allows the use of two signal levels for data transmission.

The optical radiation of the first optical transmitter OT11 (of the first transceiver TS1) irradiates the optical condenser OC12 of the first optical receiver OR12 (of the second transceiver TS2, see beam 2 in Fig. 1). The optical energy collected by the optical condenser of the first optical receiver of the second transceiver TS2 is directed through the stop aperture to a photodiode PD12, transformed into an electric signal, and

thereafter directed to demodulator DM2. The optical condenser of the optical receiver forms beam angle between 30 and 60 angular minutes. In the demodulator DM2 of the second transceiver TS2 the signal is transformed into the logical levels of the Manchester-type code and fed to converter C2 of the second optical transceiver TS2, where it is transformed into signals meeting the network protocol requirements and channeled to the digital information network. To reduce the probability of communication failures in case communication lines are crossed by non-transparent objects, the optical receiver and optical transmitter of each semi-set are spaced apart on a plane perpendicular to their optical axes (to a distance  $d \geq 30$  cm) that reduces the probability of simultaneous failure in both channels of the duplex communication line.

When a two-element optical transceiver is used, the spacing of the optical devices creates a separate route of beam transmission for each channel of the duplex communication line (beam 1, beam 2 in Fig. 1). The probability of simultaneous emergence of conditions for the maximum beam deviation in both routes of transmission, and, thus, the probability of a simultaneous communication failure in both channels, is reduced as compared to the case of transmission along a common route.

In the essence, the present invention, with two-element transceivers using two routes (two communication channels) of beam transmission (beams 1, 2 in Fig. 1) provides for integral summation of signals by two spaced beam transmission routes. The integral summation thus formed in the communication system realizes the information transmission, reception and processing scheme, in which simultaneous failures in both channels are possible only in case of simultaneous communication failures in both beam transmission routes.

A special optical scheme is used for each of the optical receivers (Fig. 5), in which a stop is installed in the focal plane of the lens, forming the visual angle of the optical receiver (the beam angle). Angle  $\theta$  characterizing the beam angle is defined from the condition:

$$\operatorname{Tg} 2\theta = a / F,$$

1 the photodiode is located behind the stop at distance  $\Delta$  providing for reduced density of  
2 the light flow falling on the photodiode, without reducing the value of the light capacity  
3 of the said flow, where

$$\Delta = b F / D_c.$$

7 To remove the effect of deformations and slow vibrations of buildings and structures, the  
8 beam angle of optical transmitters (beam divergence) and receivers (visual angle) is  
9 standardized. Allowable values of the beam angle of the optical transmitters and receivers  
10 are limited to maximum and minimum values and are selected using the above equation  
11 to be between 30 and 60 angular minutes in this example. The minimum value of the  
12 beam angle is a practical limit which ensures the absence of communication failures in  
13 case of an error of mutual angular pointing caused by deformations and slow vibrations  
14 of buildings or position errors and change of the angle of arrival of the light beam to the  
15 aperture of the optical receiver when the beam passes through turbulent atmosphere; the  
16 maximum beam angle value is set to provide sufficient power in the communications line  
17 to allow effective communication.

18 In an optical communication system where four-element optical transceivers TS1, TS2  
19 are used (Fig. 2, 4), each consisting of the first optical transmitter, the first optical  
20 receiver, the second optical transmitter, and the second optical receiver are located as  
21 shown above and are similar to the optical transmitters and optical receivers of the two-  
22 element transceivers TS1, TS2. The information transmission process is as follows, and,  
23 since the system is duplex and the operations of information transmission from one  
24 transceiver to the other are the same in both directions, the information transmission  
25 process will be described with reference to the communication channel from the first  
26 transceiver TS1 to the second transceiver TS2 (Fig. 2, 4).

27 The information (signal) from a digital network comes to converter C1 of the first optical  
28 transceiver TS1, where it is coded using the Manchester-type code and then fed to  
29 Modulator M1 of the first optical transceiver TS1 to control emission of LED11 and  
30 LED12 of the first and second optical transmitters OT11 and OT12 through the  
31 respective optical condensers OC11 and OC12 in such a way that during transmission of  
32 logical «1» light impulses are emitted in the first half of the given clock interval, and  
33 during transmission of logical «0» light impulses are transmitted in the second half.

Optical condensers OC11 and OC12 of the first and second optical transmitters OT11 and OT12 respectively, form the beam angle of each optical transmitter (optical emitter) at between 30 and 60 angular minutes. Manchester-type coding is used as shown above, because it ensures resistance to impulse noise and reduces the probability of false alarm. The optical radiation of each of the optical transmitters OT11 and OT12 irradiates optical condensers OC21 and OC22 of the first and second optical receivers OR21 and OR22 of the second optical transceiver TS2 (beams 1, 2, 3 and 4 in Fig.2). The optical energy collected by the respective optical condensers is directed through the respective stop apertures to respective photodiodes PD21 and PD22 transformed into electric signals summed later in electronic summator  $\Sigma 2$  of the second optical transceiver TS2. The summator implements the information transmission and processing scheme. Optical condensers OC 21 and OC22 form the beam angle of the respective optical receivers between 30 and 60 angular minutes, and angle  $\theta$  characterizing the beam angle is also defined from the condition:

$$\operatorname{Tg} 2\theta = a / F,$$

the optical receivers in the four-element system being similar to those in the two-element system.

In the proposed four-element system, integral summation of signals coming via the four beam transmission routes is made, which makes it possible to realize an information transmission and processing scheme that prevents failure of information transmission through the said communication channels except in case of simultaneous failures in all the four beam transmission routes.

In demodulator DM2 of the second optical transceiver TS2 the signal from the summator  $\Sigma 2$  output is transformed into the logical levels of the Manchester-type code and fed to converter C2 of the second optical transceiver TS2, where it is transformed into signals meeting the network protocol requirements and channeled to the digital information (user) network.

If we regard the four-element information transmission and reception system as a whole (two transceivers and four respective transmitters and four receivers), its realization allows for the formation of an integral summing system (since summation due to the beam transmission geometry shown in Fig. 2 is made in each communication channel:

1 optical transmitter – optical receiver), which embodies the information transmission and  
2 processing system, where a simultaneous failure in all the channels is possible only in  
3 case of simultaneous failures in eight beam transmission routes (beams 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7  
4 and 8 in Fig. 2).

5 Thus, due to the design of the Wireless Optical Duplex Communication System and the  
6 use of the Manchester-type code, resistance to impulse noise is increased, and the  
7 probability of probability of false alarms is lowered at the signal-to-noise ratios found in  
8 devices of this type. The standard value of the beam angle ensures the absence of  
9 communication failures in case of an error of mutual angular pointing and provides  
10 sufficient power in the communications line to allow effective communication. Spacing  
11 of the optical transmitters and receivers at each end (point) of the communication line  
12 reduces the probability of failures, when the line is crossed by non-transparent objects.  
13 The use of a special optical receiver circuit helps reduce the density of the light flow on  
14 the photodiode surface and increases the LED operation resource. Production costs are  
15 reduced due to the fact that LEDs are much cheaper than lasers to manufacture and unlike  
16 lasers, are safe even for personnel located in close proximity to the optical transmitters  
17 (emitters). Operation costs are also lowered, since the mutual pointing procedure is  
18 simplified and the requirements for the structures upon which the optical transmitters and  
19 receivers are installed are less strict.

## CLAIMS

1. Wireless Duplex Optical Communication System comprising a first optical transceiver that consists of a first optical transmitter (optical emitter) and a first optical receiver distinctive in a second optical transceiver similar to the first one having been introduced, a first and a second optical transceivers being located at the opposite ends of optical communication link formed thereby; the first optical transceiver input of each of the above-mentioned transceivers is connected to the respective converter output via modulator; optical receiver input of each of the said transceivers is connected to output of the respective demodulator, which output is connected to the respective converter input; the first optical transmitter and the first optical receiver of each of the above transceivers are spaced accordingly and lie along a straight line that connects their optical axes in a plane perpendicular to their optical axes; the first optical transmitter of each of the above transceivers is designed as optically linked light emitting diode and optical condenser connected in series, LED input being the first optical transmitter input while optical condenser output being the first optical transmitter output; the first optical receiver of each of the transceivers specified herein is designed as optically linked optical condenser, stop and photodiode installed in series, distance  $\Delta$  between photodiode and stop that lies in the focal plate of optical condenser being calculated according to the formula:

$$\Delta = b F / D_c, \text{ where}$$

$b$  - is the diameter of the photodiode light-sensitive area;

$D_c$  - is the diameter of optical condenser lens;

$F$  - is the focal distance of optical condenser measured from the lens of optical condenser to the center of stop aperture, while optical condenser input is the first optical receiver input and photodiode output is the first optical receiver output of each of the above transceivers, beam angle of the first optical transmitter and the first optical receiver of each of the above transceivers being formed within the range of 30 to 60 angular minutes, while angle  $\theta$  that represents beam angle is to be determined from the condition:

$$T_g 2\theta = a / F, \text{ where}$$

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

a - is the diameter of stop aperture; in addition to that, converter is designed as a converter that converts input digital data signal when received into a coded signal with the use of Manchester-type code and also ensures reverse conversion of signals applied from outputs of the respective demodulators when received.

2. The system as claimed in Claim 1 distinctive in the second optical transmitter and the second optical receivers having been introduced in the above-mentioned transceiver, designed in the manner similar to the first optical transmitter and the first optical receiver, and spaced accordingly; the second optical input of each of the above transceivers is connected to the respective modulator output, and outputs of the first and the second optical receivers of each of the above-mentioned transceivers are linked to the respective demodulator input via summator.



WIRELESS OPTICAL DUPLEX COMMUNICATION SYSTEM

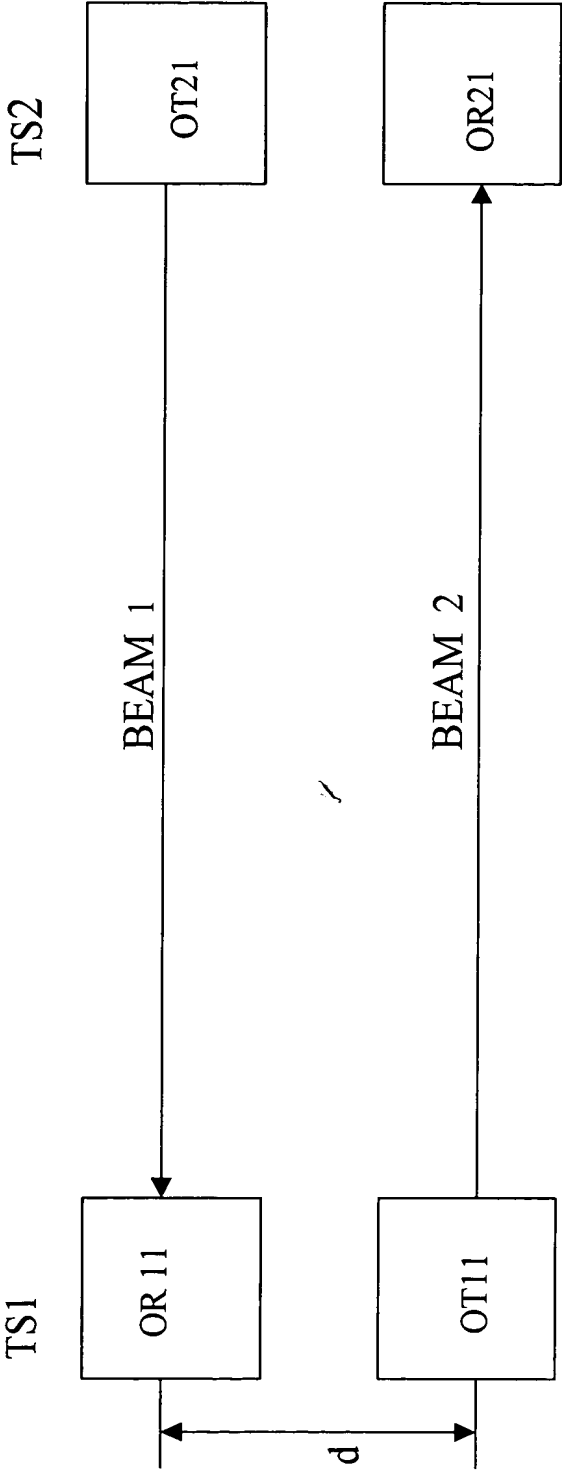


Fig. 1

WIRELESS OPTICAL DUPLEX COMMUNICATION SYSTEM

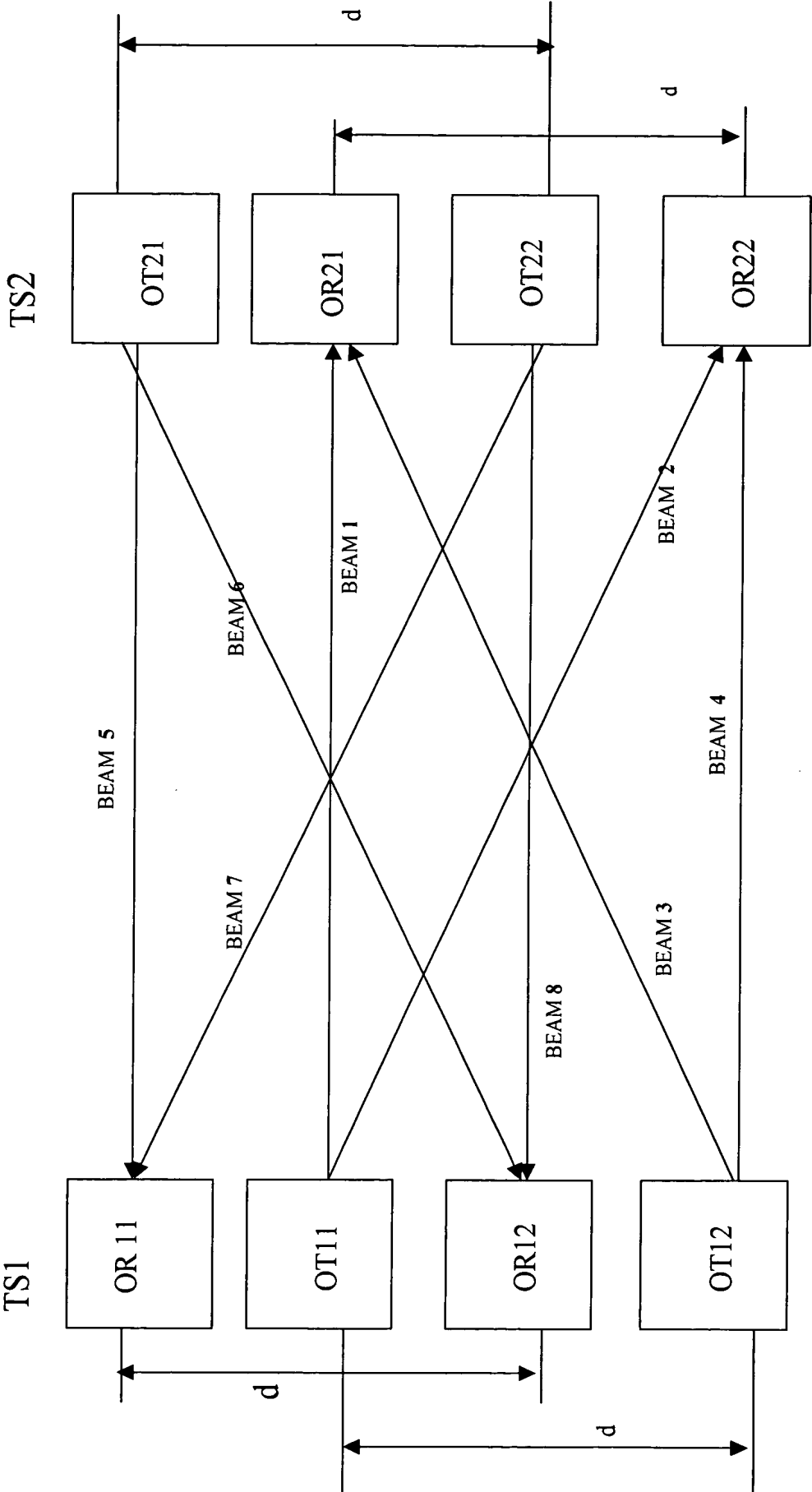


Fig. 2

# WIRELESS OPTICAL DUPLEX COMMUNICATION SYSTEM

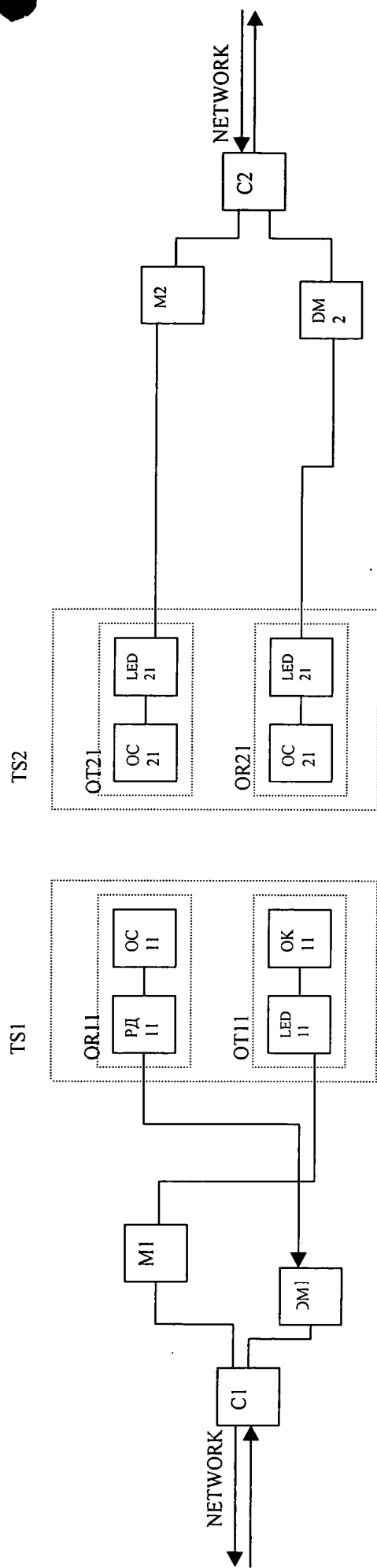


Fig. 3

# WIRELESS OPTICAL DUPLEX COMMUNICATION SYSTEM

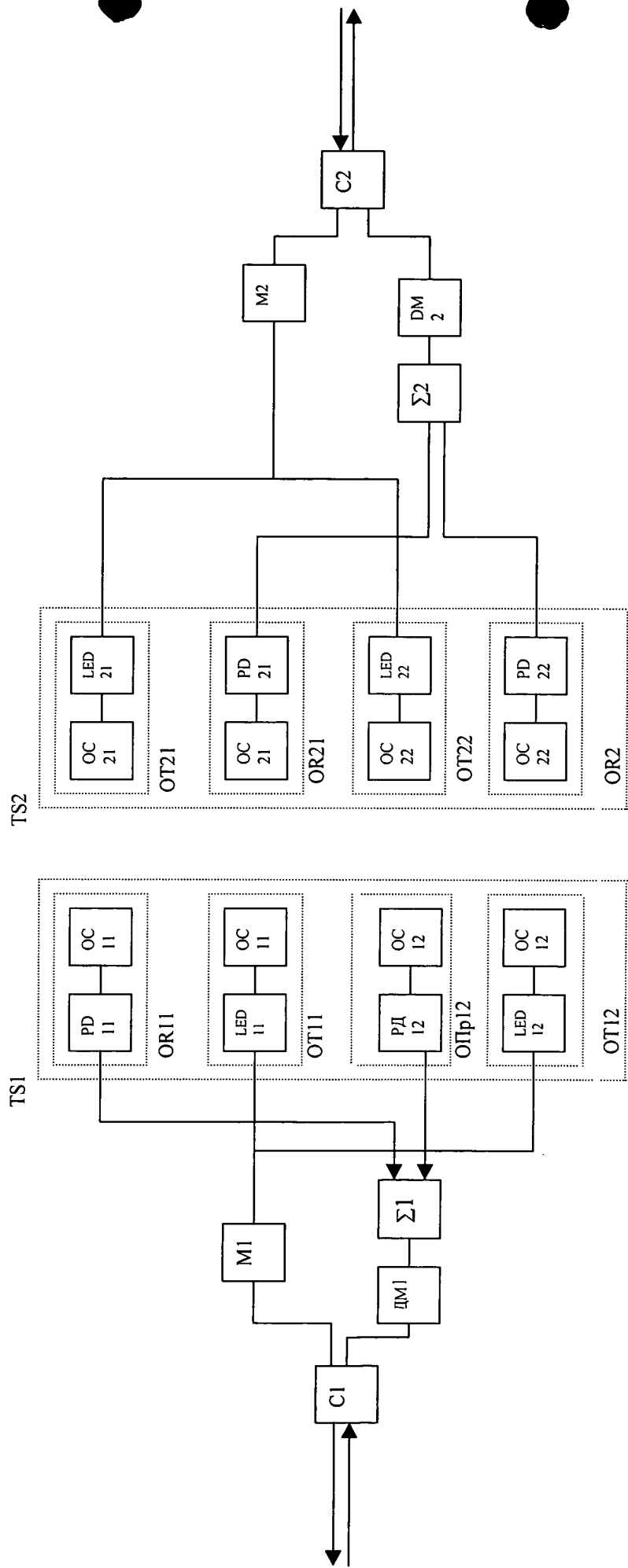


Fig. 4

WIRELESS OPTICAL DUPLEX COMMUNICATION SYSTEM

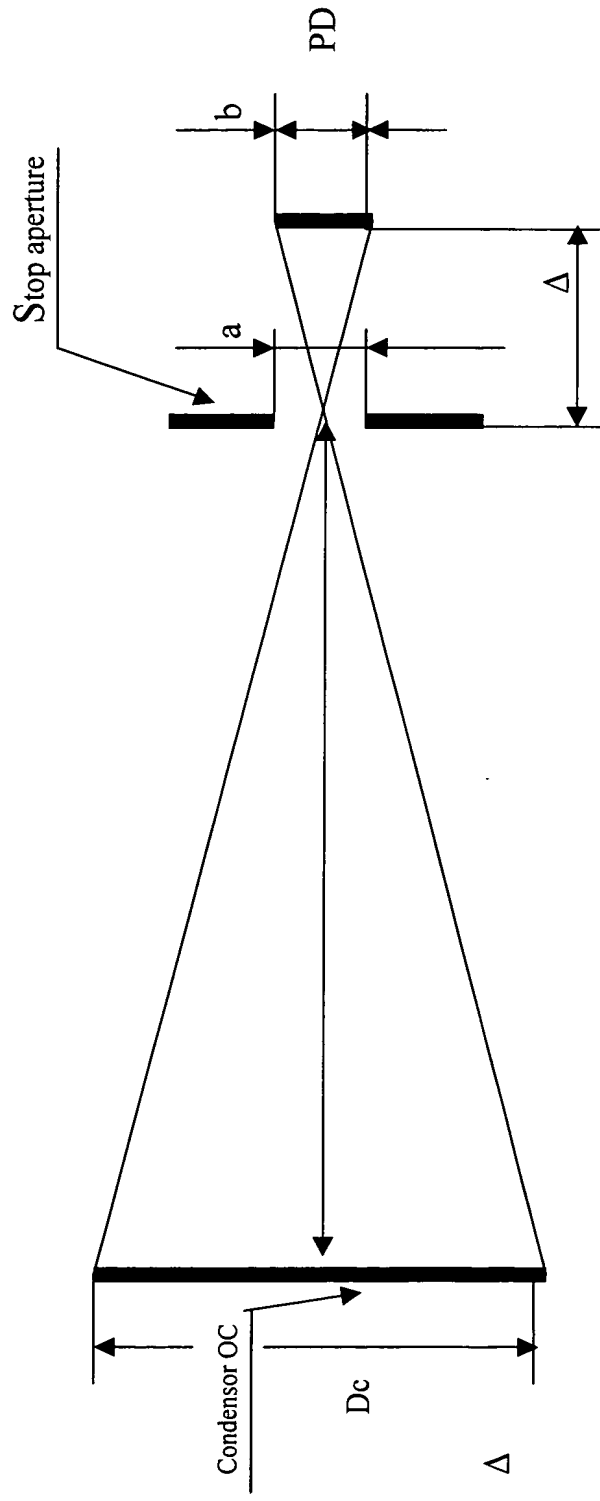


Fig. 5

1 (54) Wireless Duplex Optical Communication System

2 ABSTRACT.

3 (57) The present invention relates to wireless LED optical communication systems and  
4 can be used in digital communication systems. The essence of the invention is in using  
5 two optical transceivers located at the opposite ends of an optical communication line.  
6 The optical communication system can be either two-element, when each of the said  
7 transceivers contains one optical transmitter (emitter) and one optical receiver, or it can  
8 be four-element, where each of the said transceivers contains two optical transmitters and  
9 two optical receivers; in each transceiver two optical transmitters and two optical  
10 receivers are connected to converter, respectively, via a modulator and summator and  
11 demodulator connected in series. As a result the invention helps to reduce the probability  
12 of communication failure, higher noise resistance, and lower operation and production  
13 costs.

14  
15 1 Application for a patent, formulae, 5 illustrations  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28

29 Текст данного документа перевел с русского языка на английский язык  
30 переводчик Денщиков Максим Владимирович  
31



Город Москва.

Одиннадцатого июня две тысячи второго года.

Я, Саломатина Ольга Григорьевна, нотариус города Москвы, свидетельствую подлинность подписи, сделанной переводчиком Деничковым Максимом Владимировичем.



Зарегистрировано в реестре за № 5-5139

Выдано по тарифу: 5,00 руб.

Нотариус

Всего прошнуровано и  
пронумеровано  
сорок пять листов  
и скреплено печатью  
Нотариус



TECHNOLOGY CENTER 2800

JUL 29 2002

RECEIVED